
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2006/2007

Oktober/November 2006

EEE 432 – ANTENA DAN PERAMBATAN

Masa: 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEBELAS** muka surat dan **TIGA** muka surat LAMPIRAN bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi ENAM soalan. TIGA soalan dalam Bahagian A dan TIGA soalan dalam Bahagian B.

Jawab **LIMA** soalan. Jawab DUA soalan dari Bahagian A, DUA soalan dari Bahagian B dan SATU lagi soalan dari mana-mana Bahagian. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

Gunakan dua buku jawapan yang berasingan supaya jawapan-jawapan bagi soalan Bahagian A adalah dalam satu buku jawapan dan jawapan bagi Bahagian B dalam buku jawapan yang lain. Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia.

Bahagian A: Jawab DUA (2) soalan

1. (a) Nyatakan kaitan antara gelombang elektromagnet dan persamaan Maxwell.

Explain the relationship between wave equation and Maxwell equation.

(20%)

- (b) Gelombang elektromagnet berupaya merambat dalam semua jenis air. Terbitkan persamaan gelombang elektromagnet yang merambat dalam air.

Electromagnetic wave could propagates in any kind of water. Derive wave equation for electromagnetic wave propagates in water.

(30%)

- (c) Tunjukkan bahawa perambatan gelombang elektromagnet dalam air dipengaruhi oleh ciri-ciri air tersebut.

Proof that propagation of electromagnetic wave in water depends on characteristics of water.

(20%)

- (d) Tunjukkan bahawa pelemahan dan anjakan fasa yang dialami oleh gelombang yang merambat dalam air juga amat bersandar kepada ciri-ciri air.

Proof that attenuation and phase shift of electromagnetic wave travelling in water depends on the characteristics of water.

(30%)

2. (a) Gelombang elektromagnetik boleh merambat dalam pandu gelombang segiempat. Pandu gelombang ini telah diisi dengan bahantara yang tiada upaya mengalirkan arus dan juga tiada upaya menyimpan cas. Berdasarkan kepada persamaan Maxwell, buktikan dan nyatakan jenis mod rambatan gelombang elektromagnetik dalam pandu gelombang tersebut.

Electromagnetic wave travels in a rectangular wave guide. The wave guide is filled up with non conductive material and the material cannot preserve any charge. Based on Maxwell equation, proof that electromagnetic wave could travels in the wave guide in several modes of propagation.

(20%)

- (b) Suatu gelombang elektromagnetik berfrekuensi f (Hz) merambat dalam pandu gelombang berkeratan rentas $[a \times b] \text{ m}^2$. Semasa merambat dalam pandu gelombang ini, gelombang elektromagnetik tersebut akan mengalami sifat rambatan yang dinyatakan oleh pemalar rambatan γ (per meter). Berdasarkan keterangan di atas buktikan bahawa;

Electromagnetic wave with frequency f (Hz) can travel in a rectangular wave guide $[a \times b] \text{ m}^2$. The propagation constant γ (per meter) limits the propagation of wave in the wave guide. Based on these statements proof;

- (i) Isyarat AT sehingga suatu nilai frekuensi tertentu tidak boleh merambat dalam pandu gelombang tersebut.

DC signal until certain frequency cannot travels in the wave uide.

(20%)

...4/-

- (ii) Frekuensi gelombang elektromagnetik yang merambat dalam pandu gelombang ini bersandar kepada keratan rentas pandu gelombang tersebut.

Frequencies transverse in the wave guide depend to the cross section of the wave guide.

(20%)

- (c) Anda telah diterima berkerja sebagai seorang jurutera di firma Bintang MikroGel Sdn. Bhd. Tugas pertama anda adalah untuk membina sebuah senapang elektromagnet. Senapang ini terdiri dari dua bahagian; sebuah pensalun dan sebuah pandu gelombang. Pensalun akan menjanakan isyarat berfrekuensi tinggi sementara pandu gelombang pula adalah sebungkah logam berkeratan rentas 2.500cm x 1.000cm dan panjang 160.0000cm. Bahagian dalam pandu gelombang ini diisi dengan bahan berciri ketelusan $\epsilon = 4\epsilon_0$, ketelapan $\mu = 1$, kepengaliran $\sigma = 0$ dan ketumpatan cas adalah sifar. Jika pensalun itu menjanakan isyarat berfrekuensi 15.1GHz, apakah dan berapakah jumlah ragam yang mungkin bagi pandu gelombang ini.

You has been accepted as an engineer in the Bintang MikroGel Sdn. Bhd. Your first job is to design an electromagnetic gun which consist of a resonator and a rectangular wave guide. The resonator will generates a high frequency signal and the rectangular wave guide is made of of metal with dimension 2.500cm x 1.000cm and 160.0000cm long. This wave guide is filled up with some dielectric material $\epsilon = 4\epsilon_0$, $\mu = 1$, $\sigma = 0$ and the charge density is zero. If the resonator generates 15.1GHz, what are modes and how much possible modes of this waveguide.

(40%)

3. (a) Jika terdapat dua bahantara dielektrik yang berlainan dan kedua-duanya adalah bersebelahan antara satu dengan lain, tunjukkan bahawa pemalar pantulan dan pemalar penerusan pada sempadan bahantara tersebut adalah bersandar kepada impedan ciri kedua-dua bahantara. Nyatakan sebarang anggapan yang anda andaikan.

There are two different dielectric materials are touching together. Proof that the reflection coefficient and transmission coefficient at the boundary surface of these dielectric materials are function of their's characteristic impedance. Mention any assumptions made.

(40%)

- (b) Sebuah alat pengesan nakotik telah dipasang pada meja pemeriksaan di pintu keluar/masuk Pelabuhan P.Pinang. Pada alat pengesan ini terdapat sebuah antena pemancar yang sentiasa menyinarkan isyarat 30kHz dengan kuasa 26.9897dBm. Selain dari itu alat pengesan ini juga dipasang dengan antena pengesan isyarat 30kHz dan diletakkan bersebelahan dengan antena pemancar. Semasa sesi ujian sebungkus bahan nakotik dibungkus dengan plastik nipis berwarna hitam diletakkan beberapa jarak di bawah alat pengesan tersebut. Pada ketika itu antena pengesan telah pengesan isyarat 30kHz dengan kuasa 17.4473dBm. Jika dianggap ciri plastik berwarna hitam itu boleh diabaikan, apakah ciri bahan nakotik yang dibungkus dengan plastik hitam tersebut. Nyatakan sebarang anggapan yang anda andaikan.

A set of drug detector was installed above check point table at exit door of P.Pinang. Port. This set has are two antenna; transmitter and detector. The transmitter antenna always radiates 30kHz signal with 26.9897dBm power. The deceptor antenna will detects any 30kHz signal and it is located close to the transmitter antenna. During commission test a black plastics parcel containing some drug is located under these antenna. The detector antenna receives a 17.4473dBm 30kHz signal. Assume the black plastic bag is electromagnetically negligible, calculate the characteristic of the drug in the parcel. Mention any assumption made.

(30%)

- (c) Untuk tujuan pengesanan yang lebih tepat, sebuah antenna pengesan lain telah di pasang di bawah meja pemeriksaan tersebut. Jika antenna ini juga mengesan isyarat 30kHz dengan kuasa 22.9568dBm adakah antenna ini dapat mengesahkan pengesanan oleh antenna pengesan dalam bahagian (b) di atas. Nyatakan sebarang anggapan yang anda andaikan.

For the purpose of confirmation another detector antenna was installed under the table and it also operates at 30kHz frequency. If the detector antenna received 22.9dBm power could this received power verifies the detection by the detector antenna in question (b) above.

(30%)

Bahagian B: Jawab DUA (2) soalan

4. (a) Terangkan dengan mendalam mekanisma penyinaran

Explain in detail the radiation mechanism.

(10%)

- (b) Beri definisi antena isotropik.

Give the definition of isotropic antenna.

(10%)

- (c) Terbitkan rintangan sinaran R_{rad} bagi gelung kecil dari persamaan kuasa di bawah di mana simbolnya mengandungi maksud seperti biasa.

Derive the radiation resistance, R_{rad} of the hertzian dipole from the power equation below where the symbols have their usual meaning:

(50%)

$$\text{Power} = \oint \mathbf{P} \cdot d\mathbf{s} = \int_0^\pi \frac{120\pi^3 I_0^2 A^2 \sin^2 \phi}{\lambda^4 r^2} 2\pi r^2 \sin \phi d\phi$$

- (d) Dapatkan rintangan sinaran bagi antena dwikutub pendek sekiranya panjangnya adalah $0.1 \lambda_0$, di sini λ_0 ialah panjang gelombang pada ruang bebas. Jika antena tersebut direka untuk menyinarakan 500W, kirakan nilai maksimum arus antena tersebut.

Determine the radiation resistance of a short dipole antenna if its length is $0.1 \lambda_0$, where λ_0 is the wavelength in free space. If the antenna is designed to radiate 500 W, calculate the maximum value of the antenna current.

(30%)

...8/-

5. (a) Mengapakah digalakkan menggunakan antena tatasusunan untuk tujuan penyinaran? Apakah sifat-sifat bagi antena tatasusunan setara?

Why is it essential to use arrays for radiation purposes? What are the traits of a uniform linear array?

(10%)

- (b) Tentukan sudut arah kekuatan medan elektrik maksimum dan minimum dalam satah mengufuk bagi tatasusunan antena mengufuk yang terdiri daripada dua unsur isotropik. Jarak pemisahan antara unsur ialah 0.8λ dan perbezaan fasa pada suapan unsur ialah sebanyak 30° .

Determine the angular directions of the electric field strength maximal and minimal in the horizontal plane for a horizontal antenna array comprising two isotropic elements. The element spacing is 0.8λ and the phase lag between the currents applied to the elements is 30° .

Ingat bahawa kekuatan medan (pada jarak sama) yang dihasilkan oleh jumlah kuasa yang sama disuap pada satu unsur adalah sama dengan yang disuap pada dua unsur dan perlu diambil sebagai E_0 V/m

Note that the field strength (at the same distance) due to a single element fed with the same total power as the 2 elements array should be taken as E_0 V/m.

(50%)

- (c) Lakarkan corak sinaran (dalam satah mengufuk) bagi antena dwikutub di dalam Bahagian (b).

Sketch the radiation pattern (in the horizontal plane) of the antenna in Part (b).

(10%)

...9/-

- (d) Satu antenna mempunyai 3 dwikutub menegak dalam bentuk tatasusunan lurus melintang. Jarak di antara elemen adalah $\lambda/6$ dan fasa di antara elemen adalah 45° .

An antenna comprises 3 vertical dipoles in the form of a horizontal linear array. The spacing of the elements is $\lambda/6$ and the phasing between elements is 45° .

- (i) Terbitkan persamaan untuk faktor tatasusunan dalam satah melintang.

Derive an expression for the array factor in the horizontal plane.

- (ii) Apakah nilai untuk faktor tatasusunan bila

What value is the array factor when

(i) $\phi = 0^\circ$

(ii) $\phi = 60^\circ$

(30%)

6. (a) Apakah yang dimaksudkan dengan perambatan. Terangkan tiga jenis perambatan.

What is meant by propagation? Explain three types of propagation.

(10%)

...10/-

- (b) Satu sistem analog memerlukan kekuatan isyarat pada antena sebanyak 50 pW untuk memenuhi keperluan nisbah isyarat ke hingar yang dapat dikesan. Parameter sistem yang lain diberikan seperti di bawah.

A certain analog system requires an antenna signal power of 50 pW to meet the required detected signal to noise ratio. Other system parameters are given as follows:

$$G_T(\text{dB}) = 3\text{dB}$$

$$G_R(\text{dB}) = 4\text{dB}$$

$$f = 500\text{ MHz}$$

$$d = 80\text{ km}$$

Andaikan perambatan isyarat terus, dapatkan nilai minima kuasa penghantaran yang diperlukan.

Assuming direct ray propagation, determine the minimum value of the transmitted power required.

(40%)

- (c) Satu syarikat utiliti mempunyai antena yang diletakkan pada ketinggian 50m. Sebuah trak mempunyai antena pada kedudukan ketinggian sebanyak 5m. Berdasarkan permukaan yang dianggap samarata, dapatkan anggaran jarak penghantaran.

A utility company has its dispatching antenna located at a height of 50 m. The trucks have antennas located at heights of 5 m. Based on reasonably smooth terrain; determine the approximate range for transmission.

(40%)

A. Persamaan Maxwell Am

1. Keikalan medan magnet adalah sama dengan hasil tambah ketumpatan arus mengalir dengan terbitan masa ketumpatan medan elektrik.
2. Keilkan medan elektrik adalah sama dengan kehilangan terbitan masa ketumpatan medan magnet.
3. Capahan ketumpatan medan elektrik adalah sama dengan ketumpatan cas yang wujud dalam sebuah isipadu.
4. Capahan ketumpatan medan magnet dalam sesebuah isipadu adalah sifar.

B. Identiti vektor

$$\nabla \times \nabla \times \mathbf{A} = \nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}) - \nabla^2 \mathbf{A}$$

Medan E dan H untuk dwikutub:

$$E_r = \frac{I_0 L \cos \theta e^{j\omega(t - \frac{r}{c})}}{2\pi\epsilon} \left(\frac{1}{cr^2} + \frac{1}{j\omega r^3} \right)$$

$$E_\theta = \frac{I_0 L \sin \theta e^{j\omega(t - \frac{r}{c})}}{2\pi\epsilon} \left(\frac{j\omega}{c^2 r} + \frac{1}{cr^2} + \frac{1}{j\omega r^3} \right)$$

$$E_\phi = 0$$

$$H_\phi = \frac{I_0 L \sin \theta e^{j\omega(t - \frac{r}{c})}}{4\pi} \left(\frac{j\omega}{cr^2} + \frac{1}{j\omega r^3} \right)$$

$$H_r = H_\theta = 0$$

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu\epsilon}}$$

$$\text{Gandaan, } G = \frac{4\pi A_e}{\lambda^2}$$

Antena tatasusunan (array):

$$E_p = \frac{E_0}{\sqrt{n}} [1 + e^{j\theta} + e^{j2\theta} + \dots e^{j(n-1)\theta}]$$

$$[1 + e^{j\theta} + e^{j2\theta} + \dots e^{j(n-1)\theta}] = \frac{\sin(\frac{n\theta}{2})}{\sin(\theta/2)}$$

$$\theta = \frac{2\pi d \cos \phi}{\lambda} \pm \alpha$$

$$E_p = \sqrt{2}E_0 \cos\left(\frac{\theta + \alpha}{2}\right) \text{ untuk 2 elemen}$$